

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-368716

(43)Date of publication of application : 20.12.2002

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H03F 1/02

H03F 3/68

(21)Application number : 2001-176491

(71)Applicant : NIPPON HOSO KYOKAI &lt;NHK&gt;

(22)Date of filing : 12.06.2001

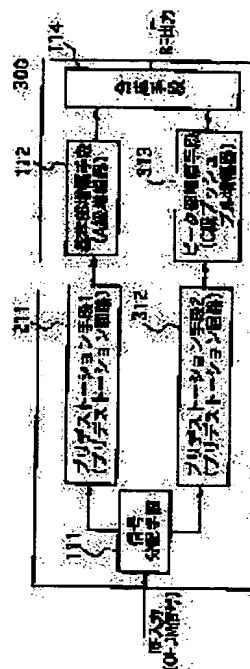
(72)Inventor : IKUIWA KAZUHISA  
TAKEUCHI YASUHIRO  
NISHIDA YASUAKI

## (54) OFDM HIGH EFFICIENCY POWER AMPLIFIER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an OFDM high efficiency power amplifier that can enhance the efficiency of power amplification of a signal such as an OFDM signal where a peak signal sometimes appears with a small-size and reduced weight that can reduce the power consumption.

**SOLUTION:** The OFDM high efficiency power amplifier is provided with a basic part amplifier means 112 that can linearly amplify power of an OFDM signal received at a prescribed signal level or below, a peak part amplifier means 313 that amplifies power of the peak level of the OFDM signal in excess of the prescribed level at a higher efficiency than that of the basic part amplifier means 112 when receiving the peak level of the OFDM signal in excess of the prescribed signal level, a composite means 114 that composites an output signal from the basic part amplifier means 112 with an output signal from the peak part amplifier means 313, and pre-distortion means 211, 312 that convert the signal level in order to compensate the nonlinearity in the amplifier characteristic of one or both of the basic part amplifier means 112 and the peak part amplifier means 313.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-368716

(P2002-368716A)

(43) 公開日 平成14年12月20日 (2002. 12. 20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 J 0 6 9

H 0 3 F 1/02

H 0 3 F 1/02

5 J 0 9 2

3/68

3/68

B 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-176491(P2001-176491)

(22) 出願日 平成13年6月12日 (2001. 6. 12)

(71) 出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72) 発明者 生岩 量久

東京都渋谷区神南2丁目2番1号 日本放

送協会 放送センター内

(72) 発明者 竹内 安弘

東京都渋谷区神南2丁目2番1号 日本放

送協会 放送センター内

(74) 代理人 100072604

弁理士 有我 軍一郎

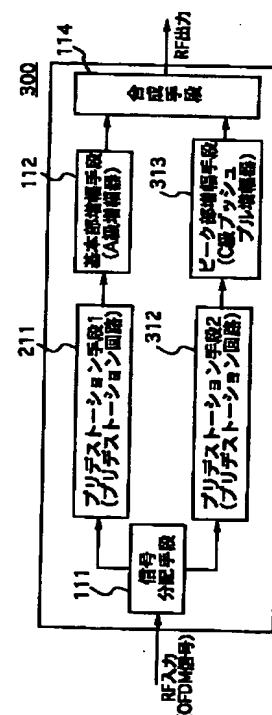
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDM高能率電力増幅器

(57) 【要約】

【課題】 ピーク信号がときどき現れるOFDM信号等の信号の電力増幅において、電力増幅の能率の向上し、小型・軽量化および電力消費の低減が可能なOFDM高能率電力増幅器を提供すること。

【解決手段】 所定信号レベル以下で入力OFDM信号を直線的に電力増幅できる基本部増幅手段112と、この所定信号レベルを超えるOFDM信号であるピーク部が入力されたときに、この所定レベルを超える部分を基本部増幅手段112よりも高能率に電力増幅するピーク部増幅手段313と、基本部増幅手段からの出力信号とピーク部増幅手段からの出力信号とを合成する合成手段114と、基本部増幅手段112とピーク部増幅手段313の双方または一方の増幅特性における非直線性を補償するための信号振幅の変換を行うプリデストーション手段211、312とを備えた構成を有している。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】所定信号レベル以下で入力OFDM信号を直線的に電力増幅できる基本部増幅手段と、前記所定信号レベルを超える前記OFDM信号の増幅を行うピーク部増幅手段と、前記基本部増幅手段によって電力増幅された信号と前記ピーク部増幅手段によって電力増幅された信号とを合成する合成手段とを備え、前記ピーク部増幅手段は、前記OFDM信号のうちの前記所定信号レベルを超える部分を前記基本部増幅手段よりも高能率に電力増幅することを特徴とするOFDM高能率電力増幅器。

【請求項2】前記基本部増幅手段は、A級動作の電力増幅器であり、前記ピーク部増幅手段は、AB級動作の増幅器、B級動作の増幅器、C級動作の増幅器、またはD級動作の増幅器のいずれかであることを特徴とする請求項1記載のOFDM高能率電力増幅器。

【請求項3】前記基本部増幅手段は、増幅特性における非直線性を補償するための信号振幅の変換を、入力となるOFDM信号に対し、あらかじめ行うプリデステーション手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1または2記載のOFDM高能率電力増幅器。

【請求項4】前記ピーク部増幅手段は、増幅特性における非直線性を補償するための信号振幅の変換を、入力となるOFDM信号に対し、あらかじめ行うプリデステーション手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のOFDM高能率電力増幅器。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、良好な直線性が要求されるOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号の電力増幅に用いられる増幅器に関し、特に、高能率に電力増幅するためのOFDM高能率電力増幅器に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】従来、多数のキャリアから構成され、かつ平均信号レベルより10数dB高いピーク信号がときどき出現するOFDM信号(図5参照)の電力増幅器において、電力増幅特性の非直線性によって相互変調成分が生じ、それによって等価CN比が劣化することが知られている。デジタル信号の場合、この等価CN比の劣化は誤り率を増大させる要因となるため、等価CN比の劣化を防止するため、OFDM信号の電力増幅器には直線性の良い増幅特性が要求される。

【0003】増幅特性の直線性を確保するため、従来のOFDM送信機には、例えば、A級動作の電力増幅器が用いられる。また、A級動作の電力増幅器として、OFDM信号にときどき現れるピーク信号をも適切に電力増幅できるようにするため、平均信号レベルよりも10dB以上高い入力信号を電力増幅できるものが使用される。その結果、このような電力増幅器を用いる従来のOFDM

信号の送信機には、空中線出力が1kWしか必要でない場合でも、10kW以上の出力が可能な送信機が使用されている。

【0004】上記のように、広範囲にわたって増幅特性の直線性を確保するため、従来のOFDM信号増幅用の電力増幅器には10dB以上のバックオフ量が要求される。また、よく知られているように、A級動作の電力増幅器では、電源電圧(ドレーン電圧ともいう)、バイアス電圧、出力アイドル電流などは、入力OFDM信号の波形にかかわらず上記のバックオフ量に応じた一定値に保持される。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来のOFDM信号増幅用の電力増幅器では、入力OFDM信号にときどき現れるピーク信号に備えて常に大きなアイドル電流を流し続け、大きな電力を継続して消費するため、送信機の能率は低く、送信に要する電力の低減が図れないという問題があった。

【0006】本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、その目的は、ピーク信号がときどき現れるOFDM信号等の信号の電力増幅において、電力増幅の能率を向上し、小型・軽量化および電力消費の低減が可能なOFDM高能率電力増幅器を提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】以上の点を考慮して、請求項1に係る発明は、所定信号レベル以下で入力OFDM信号を直線的に電力増幅できる基本部増幅手段と、前記所定信号レベルを超える前記OFDM信号の増幅を行うピーク部増幅手段と、前記基本部増幅手段によって電力増幅された信号と前記ピーク部増幅手段によって電力増幅された信号とを合成する合成手段とを備え、前記ピーク部増幅手段は、前記OFDM信号のうちの前記所定信号レベルを超える部分を前記基本部増幅手段よりも高能率に電力増幅する構成を有している。

【0008】この構成により、所定信号レベル以下のOFDM信号である基本部が入力されたときは、直線的に電力増幅が行われ、所定信号レベルを超えるOFDM信号であるピーク部が入力されたときは、所定信号レベル以下の部分を直線的に増幅し、所定信号レベル以上の部分を高能率に電力増幅し、それらが合成されるため、高能率かつ直線性の良い増幅特性が可能なOFDM高能率電力増幅器を実現できる。また、高能率に電力増幅できることによって、装置の小型・軽量化、および電力消費の低減が可能となる。

【0009】また、請求項2に係る発明は、請求項1において、前記基本部増幅手段は、A級動作の電力増幅器であり、前記ピーク部増幅手段は、AB級動作の増幅器、B級動作の増幅器、C級動作の増幅器、またはD級動作の増幅器のいずれかである構成を有している。

【0010】この構成により、OFDM信号の基本部は、直線性が高いA級動作の電力増幅が行われ、所定信号レベルを超えるピーク部については、ピーク部が生じたときにのみ上記各動作の増幅器のいずれかを用いて高能率に電力増幅が行われ、増幅後の基本部と合成して増幅後のOFDM信号が生成されるため、高能率かつ直線性の良い増幅特性が可能なOFDM高能率電力増幅器を実現できる。

【0011】また、請求項3に係る発明は、請求項1または2において、前記基本部増幅手段は、増幅特性における非直線性を補償するための信号振幅の変換を、入力となるOFDM信号に対し、あらかじめ行うプリデステーション手段をさらに備えた構成を有している。

【0012】この構成により、プリデステーション手段を用いて基本部増幅手段の非直線性を補償できるため、高能率であると共に増幅特性の直線性の向上が可能なOFDM高能率電力増幅器を実現できる。

【0013】また、請求項3に係る発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載の発明において、前記ピーク部増幅手段は、増幅特性における非直線性を補償するための信号振幅の変換を、入力となるOFDM信号に対し、あらかじめ行うプリデステーション手段をさらに備えた構成を有している。

【0014】この構成により、プリデステーション手段を用いて高能率に電力増幅を行うピーク部増幅手段の非直線性を補償できるため、高能率であると共に増幅特性の直線性の向上が可能なOFDM高能率電力増幅器を実現できる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照し、本発明の第1の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器について説明する。図1(a)は、本発明の第1の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器の構成を示すブロック図である。図1(a)に示すOFDM高能率電力増幅器100は、信号分配手段111、基本部増幅手段112、ピーク部増幅手段113、および合成手段114から構成される。

【0016】信号分配手段111は、入力OFDM信号(RF帯)を基本部増幅手段112およびピーク部増幅手段113に出力する。基本部増幅手段112は、公知のA級動作等の増幅を行う、直線性の良い増幅特性を有する増幅手段である。以下、第1の実施形態では、基本部増幅手段112はA級増幅器として説明を行う。基本部増幅手段112は、以下に説明するOFDM信号の基本部(図1(b)参照)を増幅する。

【0017】上記の基本部とは、例えば図1(b)に示されるOFDM信号のうち、振幅が、図1(b)に示される2本の太い実線121に挟まれる範囲内に入るものをいう。また、ピーク部とは、これ以外のOFDM信号、すなわち、振幅が、この2本の太い実線121に挟

まれる範囲外にあるものをいう。この2本の太い実線121で示される振幅に対応するレベルは、基本部増幅手段112とピーク部増幅手段113の特性によって決まる所定の信号レベルであり、以下ではこの「所定の信号レベル」のことを基準信号レベルという。

【0018】ピーク部増幅手段113は、公知のB級動作等の能率良く増幅を行う増幅手段である。以下、第1の実施形態では、ピーク部増幅手段113はB級プッシュプル増幅器として説明を行う。なお、ピーク部増幅手段113は、必ずしもプッシュプル増幅器である必要はないが、動作説明の便宜上(説明の容易化のため)プッシュプル増幅器としている。

【0019】基本部増幅手段112は、OFDM信号を上記の基準信号レベル以下ではA級動作の増幅を行い、増幅後の信号を合成手段114に出力する。なお、ピーク部については、増幅特性の直線性は保証されない。ピーク部増幅手段113は、OFDM信号をB級動作の増幅を行い、増幅後の信号を合成手段114に出力する。B級動作の増幅では、バイアスを適切に設定することで、ピーク部が入力したときに上記の基準信号レベルを超える信号部分を選択的に効率よく電力増幅できる。そして、基本部が入力された場合は動作しない。

【0020】図4を参照して、基本部増幅手段112とピーク部増幅手段113とによって増幅され、出力される信号成分について説明する。図4の曲線Aは、横軸の信号入力があった場合に基本部増幅手段112によって増幅されて出力される信号成分であり、曲線Aと曲線Bとの差は、横軸の信号入力があった場合にピーク部増幅手段113によって増幅されて出力される信号成分である。

【0021】図4から明らかなように、入力OFDM信号が基本部のみである場合は、入力OFDM信号を基本部増幅手段112のみで増幅し、入力OFDM信号がピーク部である場合は、入力OFDM信号を基本部増幅手段112とピーク部増幅手段113とで増幅する。したがって、入力信号レベルが基準信号レベルを超えたとき、ピーク部増幅手段113は増幅を開始する。

【0022】また、以上の説明から明らかなように、基本部増幅手段112の出力とピーク部増幅手段113の出力とを加算したものは、ピーク部の増幅後の出力信号である。ピーク部の増幅後の出力を、図4における曲線Bで示した。ピーク部の増幅後の出力は、あたかも直線的な増幅率を有する1つの増幅器で増幅された信号とみなすことができる。

【0023】合成手段114は、基本部増幅手段112とピーク部増幅手段113からの各時刻の出力信号を合成してOFDM高能率電力増幅器100の出力信号とする。なお、合成手段114で行う合成は、上記増幅された基本部と増幅されたピーク部を重畳する、直列合成によって行うことができるが、特許3056091号公報

に開示された位相合成方式等を用いることにより効率良く合成することもできる。また、基本部増幅手段112の出力の位相とピーク部増幅手段113の出力の位相とは同相である必要があるが、いずれの手段もアナログ回路で構成されているため、配線ケーブル長を調整する程度で同相性は確保できる。

【0024】以上説明したように、本発明の第1の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器は、所定の信号レベル以下のOFDM信号（基本部）についてはA級動作の電力増幅を行い、所定の信号レベルを超えるOFDM信号（ピーク部）については、ピーク部が生じたときにのみB級プッシュアップ増幅等のB級動作の高能率な電力増幅が行われ、増幅後の基本部と合成して増幅後のOFDM信号が生成されるため、高能率であると共に直線性の良い増幅特性が可能なOFDM高能率電力増幅器を実現できる。また、高能率に電力増幅できることによって、装置の小型・軽量化、および電力消費の低減が可能となる。

【0025】図2は、本発明の第2の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器の構成を示すブロック図である。第2の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器200は、第1の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器100に、第1のプリデステーション手段211および第2のプリデステーション手段212を付加したものである。なお、第2の実施形態に係るピーク部増幅手段213は、第1の実施形態に係るピーク部増幅手段113とは異なり、公知のAB級動作等の増幅を行う増幅手段である。

【0026】以下では、ピーク部増幅手段213をAB級プッシュアップ増幅器とすると共に、第2の実施形態に係る高能率電力増幅器200の構成手段のうち、第1の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器100の構成手段と同一の構成手段については同一の引用記号を付し、その説明を省略する。

【0027】ここで、各プリデステーション手段211、212は、公知のプリデステーション回路等の、増幅手段112、213の増幅特性における非直線性を補償するための手段である。すなわち、第1のプリデステーション手段211は、信号分配手段111からの出力信号に対する基本部増幅手段112からの出力信号の直線性を向上させるように、基本部増幅手段112の増幅特性における非直線性を考慮して、あらかじめ信号分配手段111からの出力信号に信号振幅の変換を行って補償を施す手段である。

【0028】同様に、第2のプリデステーション手段212は、信号分配手段111からの出力信号に対するピーク部増幅手段213（AB級プッシュアップ増幅器）からの出力信号の直線性を向上させるように、ピーク部増幅手段213（AB級プッシュアップ増幅器）の増幅特性における非直線性を考慮して、あらかじめ信号分配手段

111からの出力信号に信号振幅の変換を行って補償を施す手段である。

【0029】なお、非直線性の補償という観点からは、第1のプリデステーション手段211または第2のプリデステーション手段212のいずれかを省略しても、省略されずに残ったプリデステーション手段に接続された電力増幅手段の増幅特性における非直線性を改善できるのは明らかである。

【0030】以上説明したように、本発明の第2の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器は、信号分配手段と各増幅手段との間にプリデステーション手段を設けることによって、OFDM信号の電力増幅において増幅特性の直線性の向上が可能なOFDM高能率電力増幅器を実現できる。また、ピーク部増幅手段213としてAB級電力増幅手段を用いることによって、A級動作の電力増幅器を用いる場合に比較して、アイドル電流の低減等による消費電力の低減が可能なOFDM高能率電力増幅器を実現できる。

【0031】図3は、本発明の第3の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器の構成を示すブロック図である。第3の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器300は、第2の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器200のピーク部増幅手段213として用いたAB級プッシュアップ増幅器をC級プッシュアップ増幅器等の能率を高くできる他の動作の電力増幅器に置き換えたものである。以下では、第2の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器200の構成手段と同一の構成手段については同一の引用記号を付し、その説明を省略する。

【0032】ピーク部増幅手段313は、上記のようにC級プッシュアップ増幅器等の、高能率の電力増幅を行うための増幅手段である。ピーク部増幅手段313は、C級動作等の電力増幅を行うため、増幅特性における直線性は低下する。第2のプリデステーション手段312は、この直線性の低下を補うために信号分配手段111とピーク部増幅手段313との間に挿入される。

【0033】なお、非直線性の補償という観点からは、第1のプリデステーション手段211を省略しても、OFDM高能率電力増幅器300全体の増幅特性における非直線性を改善できるのは明らかである。また、ピーク部増幅手段313として、C級プッシュアップ増幅器の代わりに、より高能率なスイッチング増幅方式のD級プッシュアップ増幅器を用いるのでもよい。

【0034】以上説明したように、本発明の第3の実施形態に係るOFDM高能率電力増幅器は、信号分配手段と各増幅手段との間にプリデステーション手段を設けると共に信号入力があれば電力損失が生じないC級動作の電力増幅器等をピーク部の増幅に用いることによって、高能率であると共に直線性の良い増幅特性が可能なOFDM高能率電力増幅器を実現できる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のOFDM高エネルギー増幅装置は、一定信号レベル以下のOFDM信号の信号成分についてはA級動作の電力増幅等の直線性の良い電力増幅を行い、その信号レベルを超える信号が入力すると、信号入力がない限り電力損失が生じないB級動作等の電力増幅を開始し、増幅された信号を合成することによって、高エネルギーであると共に直線性の良い増幅特性の実現が可能なOFDM高エネルギー電力増幅器を提供することができる。

【0036】また、従来のOFDM信号の電力増幅器におけるA級動作の電力増幅器で行われていた、広範囲の信号レベルの信号まで直線的に増幅することが不要になることによってバックオフ量が低減できるため、装置の小型・軽量化、および電力消費の低減が可能なOFDM高エネルギー電力増幅器を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るOFDM高エネルギー電力増幅器の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係るOFDM高エネルギー電力増幅器の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第3の実施形態に係るOFDM高エネルギー

電力増幅器の構成を示すブロック図である。

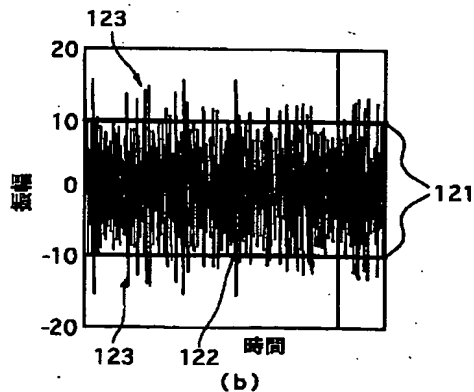
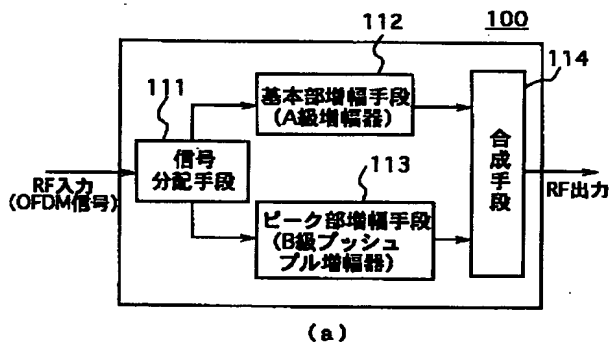
【図4】OFDM信号の入力信号レベルと増幅後のOFDM信号の信号レベルとの関係を模式的に示す図である。

【図5】OFDM信号の時間波形の一例を示す図である。

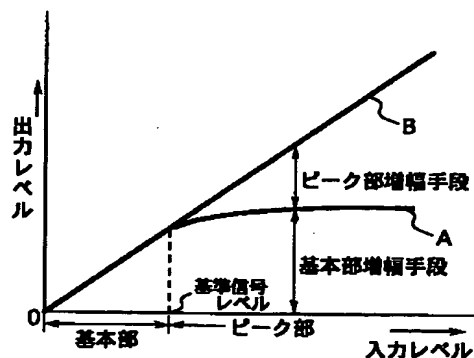
#### 【符号の説明】

- 100、200、300 OFDM高エネルギー電力増幅器
- 111 信号分配手段
- 112 基本増幅手段（A級増幅器）
- 113 ピーク増幅手段（B級プッシュプル増幅器）
- 114 合成手段
- 121 基準信号レベル
- 122 基本部
- 123 ピーク部
- 211 第1のプリディストーション手段
- 212、312 第2のプリディストーション手段
- 213 ピーク増幅手段（AB級プッシュプル増幅器）
- 313 ピーク増幅手段（C級プッシュプル増幅器）

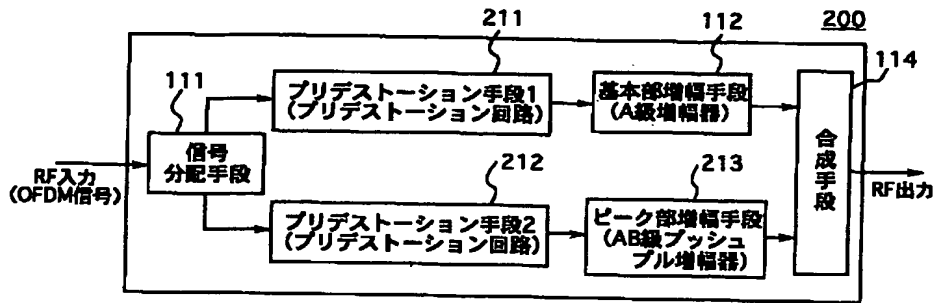
【図1】



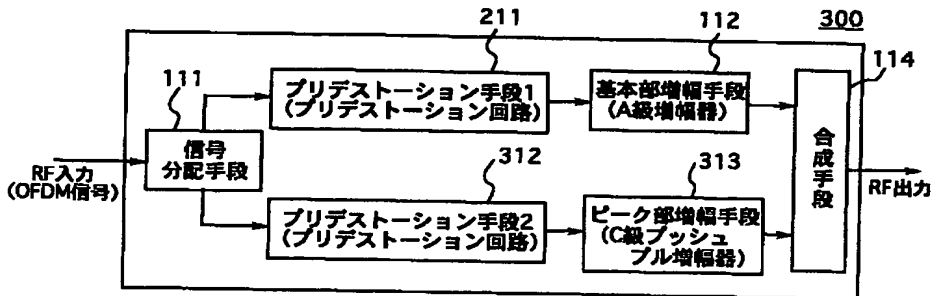
【図4】



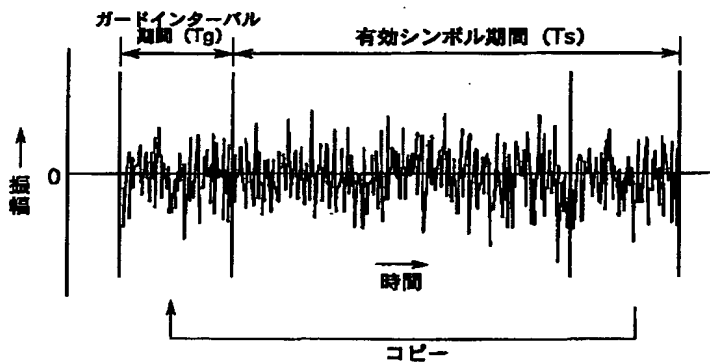
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 西田 泰章  
東京都渋谷区神南二丁目2番1号 日本放  
送協会 放送センター内

Fターム(参考) 5J069 AA01 AA21 AA41 AA62 AA63  
AA64 AA65 AA66 CA21 CA36  
CA92 FA15 KA00 KA68 KC06  
KC07 SA14 TA01 TA02 TA06  
5J092 AA01 AA21 AA41 AA62 AA63  
AA64 AA65 AA66 CA21 CA36  
CA92 FA15 KA00 KA68 SA14  
TA01 TA02 TA06  
5K022 DD01 DD21